Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

10. Beschleinigung des freien Falles

urn:nbn:de:hbz:466:1-83789

Zeit Δt zurückgelegt wird. Statt der obigen Definition der Geschwindigkeit einer ungleichförmigen Bewegung kann man also auch die folgende, ganz allgemein gültige geben: Unter der Geschwindigkeit, die ein bewegter Punkt in irgend einem Zeitpunkt besitzt, versteht man den Grenzwert, dem sich das Verhältnis des Weges im nächsten kleinen Zeitteilchen zu der Dauer dieses Zeitteilchens nähert, wenn man sich das Zeitteilchen und daher auch die zugehörige Wegstrecke immer kleiner und kleiner denkt.

Bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung verstanden wir unter Beschleunigung die Zunahme der Geschwindigkeit in der Zeiteinheit (sec), oder überhaupt das Verhältnis dieser Zunahme zu der Zeit, in welcher sie erfolgt. Während eines hinreichend kleinen Zeitteilchens können wir aber auch eine ungleichförmig beschleunigte Bewegung als gleichförmig beschleunigt betrachten und ihre Beschleunigung durch das Verhältnis $\Delta v / \Delta t$ ausdrücken, wenn Δv die kleine Geschwindigkeitsänderung bezeichnet, welche während der kleinen Zeit Δt eintritt. Unter Beschleunigung versteht man also ganz allgemein den Grenzwert, dem sich das Verhältnis der Geschwindigkeitsänderung zu dem entsprechenden kleinen Zeitteilchen um so mehr nähert, je kleiner man dieses Zeitteilchen annimmt. Da eine Geschwindigkeitsänderung selbst eine Geschwindigkeit ist, so wird eine Beschleunigung gemessen durch das Verhältnis einer Geschwindigkeit zu einer Zeit, und die Einheit der Beschleunigung wird erhalten, wenn man die Einheit der Geschwindigkeit (das Verhältnis der Längen- und Zeiteinheit cm sec^{-1}) durch die Zeiteinheit dividiert. Die Einheit der Beschleunigung wird daher für cm und sec bezeichnet durch cm sec^{-1} : sec oder durch cm sec^{-2}. Auf die Einheiten der Länge und Zeit zurückgeführt, wird also eine Beschleunigung ausgedrückt durch das Verhältnis einer Länge zum Quadrate einer Zeit (wie schon aus Gleichung 2) hervorgeht, aus welcher $a = 2\,s/t^2$ erhalten wird). Solche Ausdrücke, wie cm sec^{-1} für die Geschwindigkeit und cm sec^{-2} für die Beschleunigung, welche die Zusammensetzung dieser abgeleiteten Begriffe aus einfacheren Grundbegriffen (hier Länge und Zeit) kennzeichnen, nennt man die „Dimensionen“ jener zusammengesetzten Begriffe.

10. **Beschleunigung des freien Falles.** Daß die Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung auch für den freien Fall gelten, kann mit Hilfe feiner Apparate, die die Bewegung innerhalb kleiner Bruchteile einer Sekunde zu messen gestatten, nachgewiesen werden. Es ist üblich, die konstante Beschleunigung für den freien Fall durch den Buchstaben g zu bezeichnen. Setzen wir diesen Buchstaben für a in die Gleichungen des Abschnittes 8 ein, so stellen diese Gleichungen die Formeln des freien Falles dar und gestatten den Verlauf der Bewegung eines fallenden Körpers genau zu berechnen, wenn man nur den Wert der einen einzigen Größe g kennt. Die Erfahrung scheint dafür zu sprechen, daß g für verschiedene Körper verschieden ist. Wir sehen Flaumfedern, Schneeflocken, Seifenblasen und andere

Körper, deren Oberfläche im Verhältnis zu ihrem Gewicht sehr groß ist, viel langsamer fallen, als Steine, Metallstücke u. dgl. Eine genauere Untersuchung aber ergibt, daß diese Verschiedenheit ausschließlich durch den Widerstand bedingt ist, den die Luft jedem bewegten Körper entgegensetzt. Dieser Widerstand ist um so größer, eine je größere Oberfläche, senkrecht zur Bewegungsrichtung gerechnet, der Körper darbietet, und macht sich daher um so mehr geltend, je größer die Oberfläche des Körpers im Verhältnis zur beschleunigenden Kraft ist. Im luftleeren Raum fallen alle Körper gleich schnell. Dies läßt sich durch die Fallröhre nachweisen, ein weites Glasrohr, aus welchem die Luft (mittels einer Luftpumpe) entfernt werden kann. In der nahezu luftleeren Röhre sieht man Flaumfedern, Papierschnitzel und Schrotkörner mit der gleichen Geschwindigkeit fallen.

Der Luftwiderstand wächst auch mit der Geschwindigkeit des bewegten Körpers. Bei der verlangsamten Bewegung an der Fallmaschine kommt der Luftwiderstand wenig in Betracht, beim freien Fall aber wirkt er derart verzögernd, daß die Bewegung mit der Zeit immer mehr gleichförmig zu werden strebt. Die obigen Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung gelten mit voller Strenge nur unter der Voraussetzung, daß außer der beschleunigenden Kraft keine anderen Kräfte auf den bewegten Körper einwirken. Bei der Fallmaschine aber wirken außer dem Luftwiderstand noch hindernd die Reibung an der Achse des Rades, der Widerstand des Fadens gegen Biegung, der Beschleunigungswiderstand (s. 11) des Rades und des Fadens. Man kann sich jedoch überzeugen, daß sich jene Gesetze um so genauer ergeben, je sorgfältiger man darauf bedacht ist, diese unvermeidlichen Hindernisse zu vermindern oder ihren Einfluß in Rechnung zu bringen.

Zur Beschreibung der Fallbewegung bedürfen wir also für alle Körper nur einer einzigen Zahl. Ihre genaue Ermittelung durch direkte Ausmessung der Fallbewegung ist schwierig. Wir werden später in dem Pendel einen Apparat kennen lernen, der diese wichtige Größe sehr einfach und mit großer Genauigkeit zu messen gestattet. Sie ergibt sich zu

$$g = 981 \text{ cm sec}^{-2} \quad \text{oder} \quad g = 9{,}81 \text{ m sec}^{-2}$$

und daraus der Fallraum in der ersten Sekunde $\frac{1}{2} g = 4{,}9$ m.

11. **Masse.** Die Versuche mit der Fallmaschine zeigen, daß die Bewegung so lange gleichförmig beschleunigt ist, als das Übergewicht p auf dem Gewichte P liegt, und daß nach dessen Abheben die Geschwindigkeit konstant ist. Wir schreiben demgemäß dem bewegten Körper ein Beharrungsvermögen zu, kraft dessen er die erworbene Geschwindigkeit beibehält, und betrachten andrerseits den konstanten Druck des Übergewichts als die bewegende Kraft (vgl. 5), die dem Körper die konstante Beschleunigung erteilt. Vergrößert man das Übergewicht, d. h. die bewegende Kraft, so wächst die Beschleunigung; sind die Gewichte P sehr groß gegen das Über-